

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: ナノコラム結晶による窒化物半導体レーザの新展開

2. 研究代表者: 岸野 克巳 (上智大学理工学部 教授)

3. 研究概要

緑色半導体レーザが未開拓なため三原色レーザの全半導体化の目処は立っていない。本研究では、本チームが創成した窒化物ナノコラムで発現されるナノ結晶効果で緑色半導体レーザへの道を拓く。青色域に利用された InGa_N/Ga_N 系は長波長化とともにレーザ特性が劣化し、緑色域に到達しない。ナノコラム結晶で期待される無転位性、結晶歪と In 組成揺らぎの軽減効果を基礎にして、緑色域ナノレーザの実現を目指す。

4. 中間報告結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

(1) 研究の進捗状況

本研究では、ナノコラム結晶(1次元柱状ナノ結晶)を駆使して、緑色 InGa_N 系半導体レーザならびに三原色 InGa_N 系 LED 実現のための基盤技術の確立を目指しており、研究は当初計画において予測された内容を質的にはるかに上回る高度な成果が得られつつある。具体的には、世界初となる Ga_N ナノコラム rf-MBE 法に基づく選択成長技術を開発し、当初懸念されていたナノコラムの規則配列化が実現され、実用化に向けて大きな突破口が開かれた。また、InGa_N 発光層への In 取り込み量がコラム径とコラム密度によって変化する新しい現象を発見し発光波長を制御できることが示され、三原色 LED 実現への研究が新たに開始された。これは、一体型高輝度白色 LED の実現につながる研究であり、社会的に大きなインパクトをもたらす可能性がある。

さらに、Ga_N 系ランダムレーズングを初めて観測するとともに、InGa_N/Ga_N 量子ディスクナノコラムで光のアンダーソン局在の直接観察にも成功している。特に、ナノコラムを制御して作成することにより、ナノウォールの実現も当初想定されていなかった意外性に富んだ成果であり、ナノレーザなど多様な新しい展開が生まれると期待できる。

ナノコラムに関する研究は、最近世界的に多くの研究者が取り組むようになってきたが、先駆者である研究代表者の研究はこれらよりはるかに高度な段階に至っており、特に CREST に採択されてからのこの数年の進歩は顕著である。本研究で開発される一体集積化された高輝度白色 LED は、フルカラーディスプレイ、超小型ディスプレイなどの実現につながるもので、科学的、技術的インパクトは極めて大きい。

(2) 研究体制

上智大学の岸野克巳教授を研究代表者とし、上智大学グループと京都大学グループとの連携のもとに研究が進められている。具体的には、上智大学グループが、自己形成 InGa_N ナノコラム結晶の高品質化、自己形成ナノコラム LED の高性能化、人工的な成長核配置によるナノコラムの組成と形状制御、多層膜反射鏡とナノコラム共振器、ナノ結晶効果の解明と新物性現象の発現等を担当し、京都大学グループが、巨視的な発光特性、単一ナノコラムの特性等の研究課題を分担しており、研究チームの体制・遂行状況は適当である。また、研究方針・研究体制の打ち合わせや研究状況の報告のためのミーティングを適宜開催しており、研究代表者のリーダーシップも適当である。

(3) 研究費の執行状況

研究成果からみて、研究費の配分は妥当である。また、新たに設置した設備が十分に機能して、有効に活用されている。

(4) その他の特記事項

研究代表者らが最初に見いだした自己形成ナノコラムの高結晶性、特異性を生かしつつコラム径や配列を高精度制御させ、発光デバイスの高性能化、新機能化、波長域拡大等へと進めようとする研究方針は、革新的である。しかも、色制御(多色化)等での広い応用や、コラム間のコヒーレント結合などの未知の新しい可能性も秘め、研究テーマとしては申し分ない。

4-2. 今後の研究に向けて

主な目標とされている三原色 LED の一体集積化、及び緑色半導体レーザの実現は、それぞれ明確な方針が示されており、達成される可能性が高い。本研究チームは、その後の展開に関しても適切な見通しを持っているので、社会的にインパクトの大きな成果が生まれると期待される。

4-3. 総合評価

本研究は、研究代表者が発案し、育ててきた「日本オリジナル」の研究である。一体型三原色 LED は、現在のディスプレイ光源に置き換わるだけでなく、まったく新しい応用分野を切り開く可能性もある「夢のある研究」であり、その先導性、化学的・技術的インパクトの大きさから、社会的インパクトの大きな成果が期待できる。